Die rhythmischen Dickdarmbewegungen und ihre Beeinflussung durch Wärme, Kälte und andere Reize.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität zu Tübingen

vorgelegt von

Hanns Lutz
Arzt in Wollmatingen am Bodensee.

Universitätsverlag von Robert Noske in Borna-Leipzig
1928

Referent: Professor Dr. Parrisius
Dekan: Professor Dr. Peckert

Tag der mündlichen Prüfung: 27. Juli 1928

In den letzten Jahren beschäftigten sich Herr Professor Weitz und Herr Doktor Vollers eingehend mit der Beobachtung der rhythmischen Bewegungen der Organe mit glatter Muskulatur. In hervorragender Weise wurde dabei der Verdauungstractus berücksichtigt. Zu den beträchtlichen und interessanten Ergebnissen hoffe ich nun einen weiteren Beitrag geben zu können.

Vorausschicken möchte ich einige einleitende anatomische und physiologische Tatsachen, die mir von Wichtigkeit erscheinen. Schon vor längerer Zeit beobachtete man, daß der Darm, wenn er vollständig vom Zentralnervensystem getrennt war, sich noch bewegte, daß er sogar dieselbe Bewegungsform beibehielt. Nahm man ihn ganz heraus und legte ihn in Ringerlösung, verhielt er sich gerade so, reagierte sogar auf äußere Reize. So war es klar, daß im Darm selbst autonome Nervenzentren vorhanden sein mußten. Der Auerbachsche Plexus, der zwischen Längs- und Ringmuskulatur des Darms eingebettet liegt und ein von Ganglien unterbrochenes Nervengeflecht darstellt, versorgt Längs- wie Ringmuskulatur. Der Meißnersche Plexus kommt für die motorische Versorgung des Darms nicht in Frage. Er reguliert Sekretion und Resorption der Schleimhaut. Er liegt auch direkt in der Submucosa und ist bedeutend feiner aufgefasert. So wäre schon durch dieses autonome Nervensystem für ein ausgiebiges Arbeiten des Darms gesorgt. Da der Darm sich aber wie jedes andere Organ in etwa veränderten Verhältnissen und Bedingungen unter physiologischen wie unter pathologischen Umständen notwendigerweise anzupassen hat, so muß er vom

Zentralnervensystem aus beeinflußbar sein. Das sympathische und das parasympathische Nervensystem lösen sich dabei antagonistisch ab. Vom Sympathicus versorgen die Splanchnici auf dem Wege über das Ganglion coeliacum den Darm. Der Parasympathicus entsendet den Nervus vagus für den Magen, den ganzen Dünndarm und den Dickdarm bis zur Flexura lienalis. Den Enddarm versorgt von hier ab der Nervus pelvicus, der über das Frankenhäusersche Ganglion zum Darm tritt, dabei besorgt der Sympathicus die Hemmungsvorgänge, der Parasympathicus die Erregungsvorgänge. Beide sind gemischte Nerven.

Bei der Bedeutung, die der Darm für den Organismus besitzt, erkannte man schon früh die dringende Notwendigkeit, seine Bewegungen zu analysieren. Trotzdem ist es noch nicht allzulange her, daß sich die Physiologen mit Erfolg daran machten, die Bewegungen des Verdauungstractus zu beobachten.

In den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts verfolgte man die Bewegungen des Darms am lebenden oder eben getöteten Versuchstier, dessen Bauchdecken man eröffnet hatte. Als man wahrnahm, daß der Luftzutritt dem Darm schadete, bespülte man denselben mit Ringerlösung oder nahm ihn heraus und legte ihn in dieselbe Lösung. Die schon früher angestellten Beobachtungen an Tieren, deren Bauchdecken die Därme infolge ihrer Durchsichtigkeit mangelhaft erkennen ließen, waren bedeutungslos.

Zu sehr befriedigenden Ergebnissen kam man durch obige Experimente nicht. Auch konnte der Einwand, daß die notwendigen operativen Eingriffe das Ergebnis beeinträchtigten, daß man sich dadurch eben pathologische Verhältnisse geschaffen hatte, nicht ohne Beachtung bleiben. So kam man nicht weiter. Da kam die Entdeckung der Röntgenstrahlen und mit ihrer Hilfe beobachtete der Amerikaner Cannon, 1902 erstmalig, die Darmbewegungen. Er setzte dem Futter der Versuchstiere Bismutum subnitricum bei und gewann mit Hilfe dieses Contrastbreis sofort eindrucksvolle Bilder.

Den gleichen Weg hatte man natürlich bei der Beobachtung des menschlichen Verdauungstractus beschritten. In der vorröntgenologischen Zeit, da man beim Tier die Darmbewegungen wie oben berichtet, verfolgte, war es mit ebensolchen Experimenten beim Menschen schlecht bestellt. Darmfistelkranke und Laparatomierte lieferten sehr kümmerliche Resultate. Bei zufälligen Verletzungen, die zur Eröffnung der Bauchhöhle beim Lebenden geführt hatten, konstatierte man, daß „die Gedärme wie Würmer umherkröchen". 1903 bürgerte sich auch hier das Röntgenverfahren ein. Auf Grund von Serienbildern, die in den verschiedensten Phasen des Ablaufs der Verdauung gemacht wurden, gewann man schöne Bilder und gute Vorstellungen von den gesamten Darmbewegungen.

So ist man zu folgendem Ergebnis der Arbeitsweise des Dickdarms, das schon Cannon zusammengefaßt hat, gekommen.

Die Gleichförmigkeit und Stetigkeit der Bewegungen des Dünndarms garantiert eine gleichmäßige Verschiebung und Verdauung der Speisen in demselben. Anders wird es im Dickdarm. Dort sind die Bewegungsformen so wechselnd, daß von einer gleichmäßigen Verschiebung der Kotmassen nicht mehr die Rede sein kann. Ort und Zeit des Bewegungsablaufs spielen dabei eine Rolle. Im Colon descendens haben wir allerdings nur analwärts gerichtete Peristaltik. Die Kotmassen werden ins Rectum und von da mit Hilfe der Perinealmuskulatur nach außen geschafft. Dagegen pflanzen sich im Colon transversum und im Colon ascendens Bewegungen, die an irgendeiner Stelle dort entstehen, nach dem Coecum fort. Man bezeichnet diese rückläufige Bewegung des Dickdarms als Antiperistaltik. Cannon hat hervorgehoben, daß sie sich von der Peristaltik des Dünndarms unterscheidet durch die andauernde, über lange Stunden sich erstreckende Folge von Kontraktionswellen, durch das Fehlen einer primären Erschlaffung und durch die orale Bewegungsrichtung. Cannon hat dafür die Bezeichnung Anastaltik vorgeschlagen. Diese Anastaltik ist von einer gewissen Regelmäßigkeit. Auf zwei

Minuten kommen etwa zehn Kontraktionswellen, die nacheinander oralwärts zur Ileocoecalklappe ziehen. Diese Bewegungsperioden dauern ungefähr fünf Minuten, an die sich Pausen von der Dauer einer Viertelstunde oder länger schließen. Durchmischung und Zusammendrängen der Kotballen im Coecum, das, durch die Ileocoecalklappe oralwärts verschlossen, ein Zurücktreten der Kotballen verhindert, sind die Leistungen dieser Bewegungen. Außer diesen peristaltischen Kontraktionsformen kennt man lange dauernde tonische Bewegungen des Coecums und des Colon ascendens, die ihren Ort nicht wechseln und den Darminhalt analwärts befördern. Demselben Zweck dienen Kontraktionen, die, wenn der proximale Dickdarm vollständig mit Kot gefüllt ist, als Abschnürungen am Quercolon erkennbar werden und den Darminhalt ins absteigende Colon befördern.

So kennt Cannon folgende Bewegungsarten am Dickdarm:

1. peristaltische,
2. antiperistaltische, anastaltische,
3. gleichmäßig tonische,
4. Pendelbewegungen.

Von einer restlosen Erklärung der Bewegungsvorgänge am Dickdarm sind wir auch heute noch weit entfernt. Auch die röntgenologische Methode ist zur entgültigen Deutung nicht ausreichend. Eine längere Zeit fortgesetzte Beobachtung ist mit ihrer Hilfe nicht möglich, da der Organismus nicht ungeschädigt so lange den Röntgenstrahlen ausgesetzt werden kann. Daraus ergibt sich auch der Nachteil der zur Notwendigkeit gewordenen Serienaufnahmen.

Eine Methode der Untersuchung der Darmbewegungen, die die röntgenologische keineswegs ersetzen kann, aber wertvolle Ergänzungen zu den bisherigen Beobachtungen liefert, ist die Ballonmethode, die Professor Weitz und Doktor Vollers seit einigen Jahren anwenden. Die von denselben festgestellten Bewegungen des Dickdarms sind gleichmäßige rhythmische Kontraktionen. Wurden zwei Ballons in ver-

schiedenen Höhen des Dickdarms eingeführt zeigten beide gleichzeitig dieselben Bewegungsausschläge an, was als Beweis für die tonische Natur der Bewegungen aufgefaßt wurde. Man nimmt an, daß sie dem Zweck der Zerteilung des Darminhalts dienen. — Zweck vorliegender Arbeit war, die tonischen Dickdarmbewegungen und den Einfluß der Wärme und Kälte auf sie an mir selbst zu studieren. Die für diese Arbeit in Betracht kommenden Versuche stammen größtenteils von mir, einige von dem Laboratoriumsgehilfen M.

Die Versuchsanordnung für das Studium der normalen Darmbewegungen war die schon früher von Weitz und Vollers mitgeteilte:

Das eine Ende eines elastischen Schlauches, über das ein Gummifingerling gebunden war, wurde ins Rectum eingeführt und in den Dickdarm hineingeschoben. Die Länge des in den Darm geschobenen Schlauchstückes betrug dabei 30—50 cm. Dabei schien das Optimum etwa 35—45 cm zu sein. Der Schlauch wurde mit so viel Wasser gefüllt, daß der Ballon ungefähr 150 ccm enthielt. Das andere Ende des Schlauches wurde mit einem Steigrohr, das teilweise mit Wasser gefüllt war, verbunden. Der auf dem Wasserspiegel schwimmende Kork übertrug seine Bewegungen auf ein Kymographion. Die Weite des Steigrohrs betrug 4 cm. Der Wasserspiegel befand sich ungefähr $^1/_2$ m über dem ins Rectum eingeführten Ballon. Sämtliche Versuche wurden im Sitzen ausgeführt. Am besten gelangen sie morgens nüchtern, sie wurden aber auch abends oder nachts nach reichlichen Mahlzeiten angestellt. Für vorherige tüchtige Entleerung der Ampulle wurde jeweils gesorgt. Durch die Versuchsanordnung war der Erfolg noch nicht gesichert, es konnten Tage, ja Wochen vergehen, bis man annehmbare Bewegungsausschläge erhielt. Der Schlauch konnte sich im Darm aufrollen, er konnte abgeknickt werden, ohne daß die Versuchsperson dessen gewahr wurde. Ferner mußte der Ballon wohl allseitig der Darmwand anliegen. Daß trotzdem oft keine Erhebungen zustande kamen, lag vielleicht

daran, daß der Darm durch Schlauch und Ballon als Fremdkörper irritiert eine gewisse Zeit in seinen Bewegungen aussetzte, sich sozusagen erst angewöhnen mußte, hatte ich doch bei den ersten zehn Versuchen keinen Erfolg, während die folgenden Versuche fast ausnahmslos gelangen. Sehr unregelmäßige Ausschläge beruhten vielleicht darauf, daß der Ballon, teilweise von Kot umgeben, nur in geringer Ausdehnung der Darmwand anlag und so nur dann und wann Bewegungsmitteilungen von den verschiedensten Ausmaßen erhielt. Erforderlich war außerdem Ruhigverhalten der Versuchsperson, da sich forciertes Atmen, Husten, überhaupt jegliche Bewegungen der Kurve sofort mitteilten.

Bei wohlgelingenden Versuchen erhielt man schon nach zehn bis fünfzehn Minuten regelmäßige Bewegungen. Die kleinen Anfangsausschläge, die bald verschwinden, sind Atembewegungen. Am häufigsten beobachtet man die von Weitz und Vollers mitgeteilten Bewegungen von der Dauer einer halben bis einer Minute (Abbildung 1). Zu beachten ist die gleichmäßig bleibende Höhe der Einzelausschläge, ein Beweis für die exakte Arbeit der Darmmuskulatur und ihres Nervensystems. Dabei ist festzustellen, daß das Gesamtniveau der Minutenbewegungen sich von Zeit zu Zeit, wenn auch in geringem Ausmaße, ändert, daß also der Darm gleichzeitig minimalen, langsam auf- und absteigenden Tonusschwankungen unterworfen ist, die allerdings häufig nicht so wechselnd sind wie auf unserer Abbildung. Diesen Typus behielten die Kurven meist während eines ganzen, meist halbtägigen Versuches bei. In manchen Fällen stellte sich jedoch nach längerer Zeit ein anderer Typus der Bewegungen ein. Es waren dies sehr eindrucksvolle, großschlägige Bewegungen von bedeutend längerer Dauer (Abbildung 2). Zuerst unregelmäßig unter die Minutenbewegungen eingestreut, dann immer häufiger auftretend, wurden sie schließlich dominierend. Schließlich verschwanden die Einminutenbewegungen oft völlig. Die Dauer dieser großschlägigen Bewegungen betrug zwei, drei, bis acht

Minuten. Diese Dreiminutenbewegungen boten viel Auffallendes. Auf- und Abstieg der Einminutenbewegungen hatten ungefähr dieselbe Zeit beansprucht. Bei der Dreiminutenbewegung hob sich der Wasserspiegel im Steigrohr im Drittel einer Minute um 5 cm und mehr, um dann in einem vielfachen Zeitraum, bis zu 8 Minuten, in immer flacher werdender Kurve auf das alte Niveau abzusinken. Nie war der aufsteigende Schenkel der Bewegung von neuen Kontraktionen unterbrochen, während der absteigende Schenkel stets große Unregelmäßigkeiten durch neu auftretende Kontraktionswellen zeigte, ein Beweis dafür, mit wieviel größerer Intensität die Kontraktion der glatten Darmmuskulatur als ihre Erschlaffung vor sich geht. Auch bei den großschlägigen Bewegungen ändert sich der Gesamttonus des zur Beobachtung kommenden Darmstückes. Abbildung 2 zeigt ein langsames, aber stetiges Sinken desselben. Der Wechsel des Gesamttonus kommt in Abbildung 3 mehr zum Ausdruck. Diesen großschlägigen Bewegungen waren häufig die bereits von Weitz und Vollers mitgeteilten Bewegungen aufgesetzt, von denen vier bis fünf auf die Minute kommen (Abbildung 3). So haben wir bis jetzt drei Typen der rhythmischen Darmbewegungen. Kombinationen dieser Bewegungen wurden beobachtet. Abbildung 4 zeigt solche. Dabei sind die einzelnen Bewegungstypen einander regellos aufgesetzt.

Es galt nun Kurven herzustellen, die es ermöglichen, die Beeinflussung des Tonus und der rhythmischen Bewegungen des Dickdarms durch verschiedene Reize zu beobachten. Zuerst wurde der Einfluß der Wärme festzustellen versucht. Die Versuchsanordnung war dieselbe wie früher. Hinzu kam die Applikation der Wärme, die auf verschiedene Art erfolgen konnte. Am einfachsten indirekt von außen, in dem ein elektrisches Heizkissen auf den Bauch gelegt wurde. Abbildung 5 zeigt einen solchen Versuch. Sofort fällt die Tonusherabsetzung im Augenblick des Auflegens des Heizkissens auf. Dasselbe war vor dem Versuch soweit erhitzt worden, daß es

gerade noch ertragen werden konnte. Nach Entfernung des Kissens war die Haut diffus stark gerötet. Wir erkennen auf der Abbildung 5 die regelmäßigen rhythmischen Bewegungen, von denen hier beinahe zwei auf die Minute kommen. Beim Auflegen des Kissens sinkt der Tonus, ohne daß die Bewegungen verschwinden. Diese werden allerdings kurzschlägiger und langsamer, erholen sich aber noch während der Einwirkung des Wärmereizes. Interessant ist auch das Auftreten der von Weitz und Vollers beschriebenen Bewegungen, von denen vier bis fünf auf die Minute kommen, die sich regellos dazwischen mengen. Nach Wegnahme des Kissens steigt der Tonus wieder, die alten regelmäßigen Bewegungen stellen sich wieder ein. Auf jeden Fall stellt dieser Wärmereiz keine allzugroße Alteration des Darmes dar. Totzdem die augenscheinliche Wirkung.

Nachhaltiger wirkt die auf den Darm direkt applizierte Wärme. Die Versuchsanordnung blieb dieselbe. Außerdem wurde ein zweiter Schlauch, der an seinem einen Ende ebenfalls mit einem Fingerling versehen war, so weit eingeführt, daß der Fingerling gerade im Rectum verschwunden war. Der Schlauch war mit einem distal gegabelten Glasrohr verbunden, in das ein zuführender und ein abführender Schlauch mündeten. Bei Anstellung des Versuchs wurde von einem erhöht stehenden Gefäß das mit dem zuführendem Schlauch verbunden war, durch diese Versuchsanordnung erwärmtes Wasser durchs Rectum geleitet.

Die vielen angestellten Versuche ergaben ausnahmslos dasselbe Bild, eine starke Tonussenkung, die bei der fast direkten Einwirkung, wie erwartet, bedeutend augenscheinlicher als bei der äußeren Wärmung eintrat. Die dabei angewandten Temparaturhöhen betrugen vierzig bis achtundvierzig Grad Celsius. Höhere Grade konnten nicht ertragen werden. Überaus lästig war der sich dabei immer einstellende Stuhldrang.

Abbildung 6 zeigt zwei solche Versuche. Bei dem ersten, der mit Wasser geringerer Temperatur ausgeführt wurde, folgt

dem Einlaufen des Wassers nochmals eine regelmäßige Minutenbewegung. Dann sinkt der Tonus. Gleichzeitig verschwinden die rhythmischen Bewegungen fast vollständig. Man hat vielleicht den Eindruck, daß dann und wann die Viertelminutenbewegungen stärker hervortreten. Schon gegen Ende des Versuchs — das warme Wasser im Irrigator hat sich bereits etwas abgekühlt — stellen sich wieder gleichmäßige Minutenbewegungen ein. Nach dem Durchlaufen des Wassers zeigt sich der alte Rhythmus wieder. Die Bewegungen steigern sich und werden ausladender. Bald werden wir typische Dreiminutenbewegungen sehen. Das verhindert der zweite Versuch, der mit heißerem Wasser angestellt wird. Der Tonus sinkt rapid. Die Bewegungen setzen aus. Immerhin hat man auch hier den Eidruck des Auftretens der Viertelminutenbewegungen. Nach dem Durchlaufen des Wassers tritt keine sofortige Tonussteigerung ein. Der Reiz war zu nachhaltig. Der Darm erholt sich erst allmählich, die Bewegungen sind noch einige Zeit unregelmäßig. Abbildung 7 zeigt dasselbe noch eindrucksvoller, da Applikation des Wärmereizes und Effekt bei ansteigendem Tonus stattfinden. Abbildung 8 zeigt das gleiche Ergebnis.

Durch diese Versuche war die Beeinflussung des Dickdarms durch Wärme noch nicht einwandfrei festgestellt. Denn zweifellos wirkt mit dem Wärmereiz ein Dehnungsreiz mit, der nicht unbedingt dem physiologischen Reiz des gefüllten Darmes gleichzusetzen war. Es wurden einfache Dehnungsversuche angestellt. Die Versuchsanordnung blieb dieselbe. Die Reize wurden derart gesetzt, daß mittels einer Luftpumpe Luft in den zweiten Ballon, der früher zur Wärmeapplikation gedient hatte, ins Rectum geblasen wurde. Der abführende Schlauch wurde solange abgeklemmt. Abbildung 9 zeigt solche Versuche. Die Dehnung erzeugte fast dieselbe Wirkung wie die Wärmung, mit dem Unterschied, daß sich die rhythmischen Bewegungen nach Absetzen des Dehnungsreizes sofort in alter Tonushöhe wieder einstellten. So war einwandfrei fest-

gestellt, daß sich bei den Wärmungsversuchen, Wärmungs- und Dehnungsreize kombiniert hatten.

Es kam nun darauf an, Wärme zu applizieren, ohne daß eine Dehnung dabei zur Geltung kam. Der Fingerling, so variabel in seiner Dehnungsfähigkeit, konnte nicht mehr in Frage kommen. Weit geringere Dehnungsfähigkeit besitzt der Schweinedarm. So wurden bei gleichbleibender Versuchsanordnung erneute Wärmungsversuche angestellt. Nachdem man gleichmäßige Tonusbewegungen erhalten hatte, ließ man durch den ins Rectum eingeführten Ballon, der nun in einem kurzen Stück Schweinedarm bestand, Wasser von siebenunddreißig Grad Wärme durchlaufen. Dadurch setzte man einen einmaligen Dehnungsreiz. Dagegen konnte man annehmen, damit keinen Wärmereiz zu setzen, da die Temperatur im Rectum in etwa der des nun durchlaufenden Wassers entsprach. Einige Minuten später ließ man, ohne daß der Ballon inzwischen leer geworden war, Wasser von höherer Temperatur (zweiundvierzig bis siebenundvierzig Grad) durchlaufen, erzielte also dadurch einen Reiz, der nur durch die erhöhte Temperatur bewirkt sein konnte. Das Ergebnis zeigen die Abbildungen 10 und 11. Wir erhielten nach vorausgegangener Dehnung durch die erhöhte Wärmung stets eine weitere Tonussenkung. Besonders eindrucksvoll zeigt dies der zweite Versuch auf Abbildung 11. Wir sehen vor Beginn des Versuchs Bewegungen vom Einminutentyp. Durch Einfließenlassen körperwarmen Wassers ins Rectum wird der Dehnungsreiz gesetzt. Der Tonus sinkt plötzlich rapid, die Bewegungen hören auf, erholen sich langsam, der Tonus steigt ebenfalls wieder. Nun kommt die Applikation des Wärmereizes durch Wasser von zweiundvierzig Grad. Der Tonus sinkt plötzlich wieder, die zuvor unregelmäßigen Bewegungen verschwinden nochmals völlig. Nach Schluß des Versuchs tritt rasche Erholung ein.

Um den Versuch völlig sicher zu stellen, wurde ein gekrümmtes Metallrohr angefertigt, das ins Rectum eingeführt wurde. Die Versuchsanordnung war dieselbe wie beim Bal-

lon — und Schweinedarmversuch. Nun war jegliche Dehnung ausgeschlossen. Die von der Versuchsperson M. angestellten Versuche erhärteten die obigen Resultate.

Erwähnenswert ist noch, daß man auch bei ganz periferer Wärmeapplikation, zum Beispiel durch ein heißes Fußbad, dieselbe Tonussenkung erhielt.

Er folgte die Beobachtung der Kältewirkung. Die Versuchsanordnung war dieselbe. Zuerst wurden Versuche mit dem Eisbeutel oder dem Leiterschen Kühler, die auf den bloßen Leib gelegt wurden, gemacht. Abbildung 12 zeigt das Ergebnis. Die vorliegende Kurve zeigt vor Beginn des Versuchs die regelmäßigen Minutenbewegungen, die mit Einsetzen des Versuchs verschwinden und einer Tonussenkung Platz machen. Nach Entleerung des Eisbeutels stellen sich die Minutenbewegungen wieder ein. Auf erneute Applikation des Eisbeutels dieselbe Wirkung. Der Tonus stellt sich darnach erst allmählich auf die alte Höhe ein. Abbildung 13 zeigt die innere Kühlung mit der Ballonmethode. Man ließ eisgekühltes Wasser durch den ins Rectum eingeführten Ballon durchlaufen. Das Ergebnis war dasselbe, nur offensichtlicher. Die Bewegungen verschwanden während des Versuchs vollständig. Wir sehen vor dem Versuch die bekannten Minutenbewegungen. Auf die Applikation der Kühlung folgt noch eine Kontraktionszacke, die langsam abfällt, um gegen Ende des Versuchs ganz flach zu werden. Darauf stellt sich der alte Rhythmus sofort wieder ein.

Natürlich mußte auch hier zur Erlangung eines sicheren Ergebnisses die Dehnung ausgeschlossen werden. Die entsprechenden Versuche wurden mit dem Metallrohr ausgeführt. Mir sind damit keine repräsentablen Kurven gelungen. Vor allen Dingen war das im Rectum befindliche Metallrohr außerordentlich lästig, oft unerträglich schmerzhaft. Der Dickdarm reagierte auf diesen Schmerzreiz. Im Augenblick der Einführung des Metalls verschwanden die Bewegungen, es setzte eine Tonussenkung recht beträchtlicher Tiefe ein, ohne daß

sich darnach — auch bei stundenlangen Versuchen — jemals die rhythmischen Bewegungen wieder einstellten. Im Gegensatz dazu erhielt der Laboratoriumsgehilfe M. sehr eindrucksvolle Kurven. Abbildung 14 zeigt einen solchen Versuch. Bis zu der auf der Abbildung ersichtlichen, sechsten Minute sehen wir hier die etwas kurzschlägigen rhythmischen Bewegungen, von denen zwei auf die Minute kommen. Ende der sechsten Minute wurde das Metallrohr eingeführt. Die unerwünschte Folge war ein Unregelmäßigwerden der Bewegungen, teilweises Aussetzen, zweifellos Schmerzreaktion des Darms wie oben, da auch M. angab, daß er das Metall als lästig empfinde. Die Bewegungen schienen sich nicht mehr ganz zu erholen. Es erfolgte ein Versuch mit eisgekühltem Wasser. Die Folge war Tonussenkung, Aussetzen der Bewegungen. Nachdem das Wasser durchgelaufen war, erholte sich der Dickdarm sofort. Bemerkenswert ist das nunmehrige Einsetzen schöner rhythmischer Bewegungen. Zehn Minuten später erfolgte ein längerer Versuch mit ausgezeichneter Wirkung. Die bei der allgemeinen Tonussenkung zweimal auftretenden Tonussteigerungen rühren davon her, daß in diesem Augenblick der abführende Schlauch abgeklemmt wurde, daß das Wasser im Metall stand, die Kälteeinwirkung also geringer wurde. Hinzuzufügen ist, daß auch durch perifere Kälteapplikation (kaltes Fußbad) Tonussenkung erzielt wurde. Schlaf und psychische Reize schienen nicht von Einfluß zu sein.

Das Ergebnis obiger Untersuchungen kann dahin zusammengefaßt werden:

1. Es gibt — wie schon von Weitz und Vollers festgestellt — drei Typen der rhythmischen Bewegungen des Dickdarms:

   a) der Einminutentyp,
   b) der Dreiminutentyp,
   c) der Viertelminutentyp,

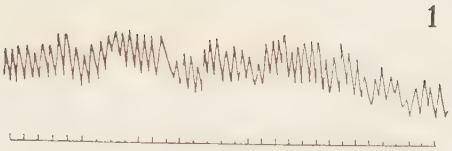
die meist für sich allein vorkommen, sich aber auch ablösen und kombinieren können.

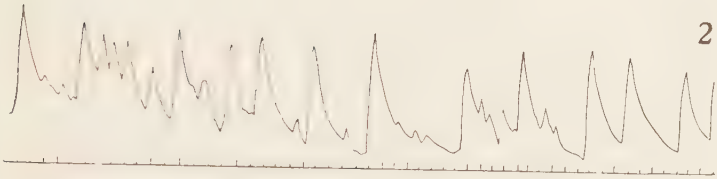
2. Wärme, Kälte, Dehnung, Schmerz beeinflussen die glatte Muskulatur des Dickdarms im Sinne einer Tonussenkung und einer Hemmung der rhythmischen Bewegungen.

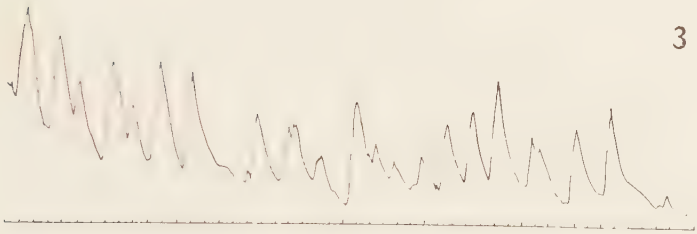
Zum Schlusse möchte ich nicht verfehlen, an dieser Stelle meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor Weitz, für die Überlassung der Arbeit herzlichst zu danken.

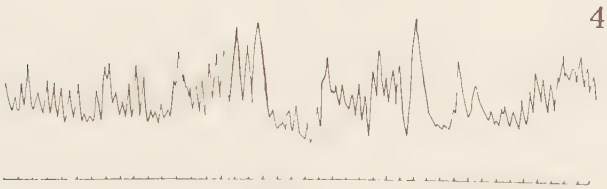
Literatur.

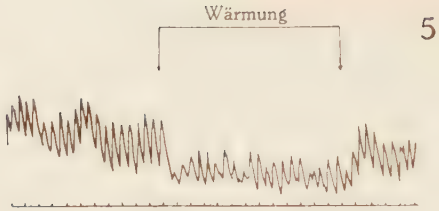
Bloch, Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen Bd. 17 S. 121.
Brockhaus, Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen Bd. 22 S. 622.
Frey, Lehrbuch der Physiologie.
Katsch, Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen Bd. 21 S. 159.
Kirschner, Nordmann, Die Chirurgie Bd. 5.
Rieder, Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen Bd. 18 S. 85.
Weitz und Vollers, Über rhythmische Tonusschwankungen der glatten Muskulatur in verschiedenen Organen. München (Bergmann) 1926.


1

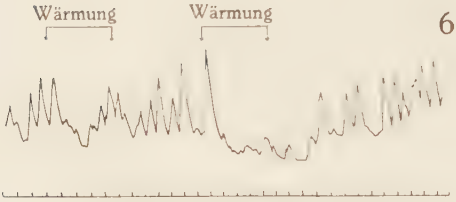

2


3

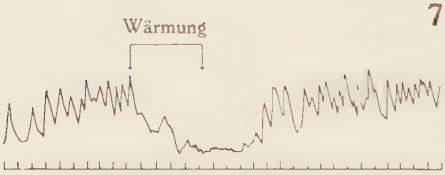

4



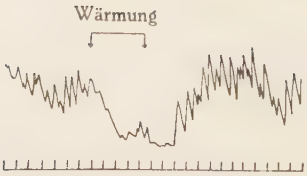
5



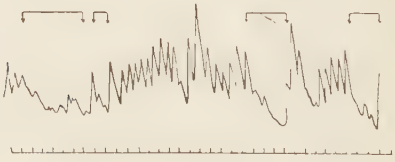
6



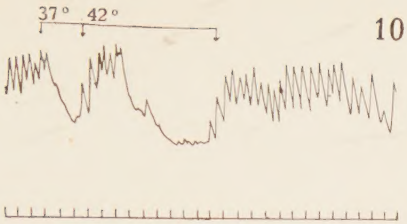
7



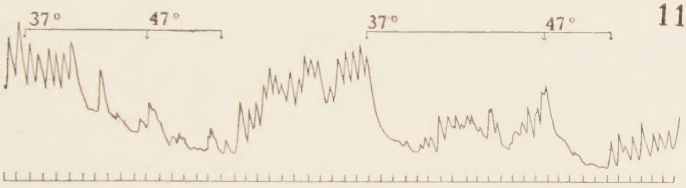
8



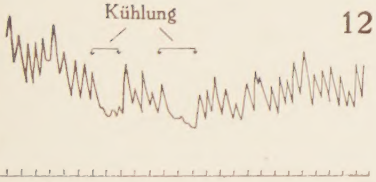
9



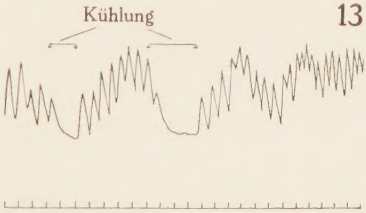
10



11



12



13

14

Lebenslauf.

Ich wurde am 22. September 1902 in Burladingen geboren. Nach $3^1/_2$ jährigem Besuch der Volksschule in Wollmatingen am Bodensee besuchte ich 8 Jahre das Gymnasium in Konstanz und legte daselbst im Sommer 1920 die Reifeprüfung ab. Ich studierte 1 Semester in Würzburg, 2 Semester in München und 8 Semester in Tübingen, wo ich im Januar 1927 mein Staatsexamen bestand.